

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

AZ

Statement of relevancy

1. Japanese patent publication (koukai) No. 9-217200 (published on August 19, 1997).

This publication discloses an apparatus for an anodic treatment for aluminum or aluminum alloy. The apparatus comprises an electrode bath 1, a cathode 3, a mask socket 6, a nozzle 8. The electrode bath 1 includes an electrode 2 and the cathode 3. A component 4 is connected to an anode 5, and is held in the electrode 2 by the mask socket 6. The electrode bath 1 receives the nozzle 8 having a slit hole 7 at its bottom portion. The nozzle 8 is rotatable by a rotor 9 in order to provide an even anodic film on a surface of the component.

However, only a top surface of the component, i.e. piston, is anodized. There is no disclosure that an annular surface is sealed by first and second seal members, and that a reaction chamber is bounded by the annular surface, the seal members and an inner surface of the container.



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる被処理物に接続した陽極と電解槽の電解液中にある陰極とを電源に結ぶ電気供給回路に、電解電流の時間的変化量を電圧または電流等の電気信号として発生させる関数発生器、電流検出装置および電流検出装置から電流帰還回路を通る信号が等しくなるように電解電流を調整する自動電流制御装置を備えた陽極酸化処理装置において、陽極回路に電流分配抵抗を設け、電解液を均一に流量分配して回転噴射盤のスリット吐出口から陽極の被処理物表面に均一に噴射させる構成としたことを特徴とするアルミニウムまたはアルミニウム合金の陽極酸化処理装置。

【請求項2】 回転噴射盤のスリット吐出口が十字状に配置されていること特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項3】 回転噴射盤のスリット吐出口3～6個が放射状に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項4】 回転噴射盤の回転数が毎秒0.5～10回転であることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項5】 自動電流制御装置からの電流を、並列に接続された複数の電解槽に供給される部分電流に均等に分割する電流分配器を備えていることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項6】 内燃機関のピストンを被処理物とし、これに専用マスクを差し込んだときのマスクングしない頂部が、被処理面であることを特徴とする請求項1に記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる被処理物表面に、80μm以上の厚さの陽極酸化皮膜を高速に形成させ、電解処理時間を大幅に短縮できるアルミニウムまたはアルミニウム合金の陽極酸化処理装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、アルミニウムまたはアルミニウム

$$ab = B / \sqrt{i} \dots\dots\dots (1)$$

(上記式中、abは陽極表面皮膜の厚さ、iは電解電流密度、Bは処理中の材料、電解浴組成および電解条件で

$$\text{もし } 0 < t \leq t_0, i = i_0 \dots\dots\dots (2)$$

かつ

$$\text{もし } t \geq t_0, i = i_0 / [1 + \beta (t - t_0)]^{2/3} \dots\dots\dots (3)$$

(上記式中、 $\beta = 3K i_0^{3/2} / SB$ 、tは電解時間、 $t_0$ は初期電解時間、 $i_0$ は初期電解電流密度、iは時間tにおける電解電流密度、Kは陽極処理表面皮膜の生成定数、Bは焼け定数、Sは安全係数である。)が成り立つとき、高速陽極酸化処理中でさえバーニング現象は避けられる。前記特許公報は、電解電流の変化を、電圧または電流の電気信号に変換する関数発生器、電流検出装

合金からなる内燃機関のピストンや半導体装置などの陽極酸化皮膜の厚さを、従来の20～50μmから80μm以上にするように強く要求されるようになってきている。硫酸、シュウ酸、クロム酸などを含有する酸性水性電解液を用いて、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる被処理物の表面陽極酸化処理する装置は様々なものが知られているが、ディーゼルエンジンの高出力化に伴うピストン頂部の熱亀裂の防止やNOx対策として、厚膜化の必要性が確認されているもののまだ達成されていない。

【0003】被処理物の材質にもよるが電解陽極酸化処理には非常に長い時間、例えば80分以上かからなければ厚膜化は得られなかった。特に、陽極酸化処理に要する時間は、例えば、内燃機関中のピストンの材料として適したAC8Aクラスの耐熱シリコン含有アルミニウム合金製被処理物の処理ではさらに長い時間、陽極酸化処理過程での生産効率の悪さが指摘されている。

【0004】生産効率を改善しかつ陽極酸化処理の時間を短縮するため、電解陽極酸化処理中の電流密度を、例えば10～30A/dm<sup>2</sup>またはそれ以上まで増加させることが良い。この方法は、生産ラインの自動化はもちろん、陽極酸化処理表面皮膜の特性および製造設備の省スペース化という点においての利点も期待できる。

【0005】しかし、陽極酸化処理が10～30A/dm<sup>2</sup>またはそれ以上の密度で行われる場合、ジュール熱や最終的にバーニング現象として表れる酸化熱の発生により処理中の表面に局部的電流集中が起こり、その結果、外観が損なわれ、許容範囲の表面陽極酸化処理製品の生産量が大幅に減少する。

【0006】アルミニウム被処理物の表面陽極酸化処理における上記課題を解決するため、武蔵工業大学・星野教授は、電解電流の制御手段によってバーニング現象を防止するというユニークな理論を確立し、特公昭60-23196号公報において前記処理の改良方法を提案した。この理論によれば、電解電流とバーニング現象が起こる前記陽極酸化処理表面皮膜の最小厚さとの間には次の等式(1)が成り立つ。

定まる定数である。)以下の式(2)および(3)：

置および電流検出装置からの信号を等しくなるように制御する自動電流制御装置から成る、この理論に基づく陽極酸化処理の実施用装置を開示している。

【0007】この装置で、上記式(2)および(3)を満足させるようにバーニング曲線に沿って電解電流を漸次減少させて電解陽極酸化処理をすれば、バーニングによる問題を回避しながら、短時間で比較的大きな厚さの

陽極酸化処理表面皮膜が得られる。例えば、所望の陽極酸化処理表面皮膜の厚さが $90\mu\text{m}$ の時、電解時の浴電圧は $100\text{V}$ を越える高電圧となり、陽極酸化処理表面皮膜は時々 $\text{H}\text{M}\text{V}200$ 以下の低硬度の不均一層が発生することが判明している。この都合の悪い現象の原因は、おそらく、この表面陽極酸化処理が電解電流制御下で行われるため、電解中の浴電圧が非常に高くなるため、これが陽極酸化処理表面皮膜の不均一組織形成の原因になると推定されている。

【0008】そこで、不均一に陽極酸化処理された表面皮膜粗の形成を避ける方法として、電解初期には、浴電圧が一定の限界値に達するまで電流密度が一定であるように電解電流が制御され、また、一旦浴電圧が一定の限界値に達した後は、浴電圧をその限界値で維持するように、電解電流が継続的に減少する陽極酸化処理方法が提案された(特開平2-325480号公報参照)。この方法は、均一な陽極酸化処理皮膜は、定電圧制御方法によって電解を行うことにより得ることができるにもかかわらず(但し、この方法においては、浴電圧の増加は予め設定した限界値を超えないように抑制される)、電解を完全に行なうために要する電解時間は、電解電流がバーニング曲線に沿って継続的に減少する場合に理論的に期待できる最短電解時間よりも長くなるという不利がある。

【0009】高電流密度で陽極酸化処理を行なう場合には、(イ)電解中に発生するジュール熱や酸化熱を対象面から均一に素早く除去しないと、電解が継続できなくなる、(ロ)電解液は複数の管状固定ノズルから処理面に噴射されるため、電解液と処理面との接触状態は全表面を通じて均一にはなることができず、(ハ)上述したように、表面と噴射された電解液の接触が不均一なため、形成された陽極酸化処理皮膜は、光沢はあるが、表面と電解液の間で接触状態が良好な表面領域上では厚みは薄く、陽極酸化処理表面皮膜の熱膨張による熱の除去が不十分なため、表面と噴射された溶液の間の直接接触が得られない表面領域では光沢がなく、不均一であり、皮膜の物理的強度が減少する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、上記の点に鑑み、表面陽極酸化処理アルミニウム品を工業的生産に適するように、高電解電流密度でアルミニウムまたはアルミニウム合金製被処理物の高速表面陽極酸化処理を行なう装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記課題は、本発明の特許請求の範囲に記載の装置によって解決される。すなわち、本発明は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる被処理物に接続した陽極と電解槽の電解液中にある陰極とを電源に結ぶ電気供給回路に、電解電流の時間的変化量を電圧または電流等の電気信号として発生させ

る関数発生器、電流検出装置および電流検出装置から電流帰還回路を通る信号が等しくなるように電解電流を調整する自動電流制御装置を備えた陽極酸化処理装置において、陽極回路に電流分配抵抗を設け、電解液を均一に流量分配して回転噴射盤のスリット吐出口から陽極の被処理物表面に均一に噴射させる構成とするアルミニウムまたはアルミニウム合金の陽極酸化処理装置を要旨とする。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の装置では、電解中に発生した熱の除去効率と除去均一性を高めるため、被処理物の表面に複数の回転噴射盤から電解液が噴射され、それぞれにおいて電解電流が均等に分配され電解液の流れが分割される。これらの特性により、本発明は、被処理物が内燃機関のピストンまたは従来の方法ではうまく電解陽極酸化処理できないアルミニウム合金のダイカストでも、高電流密度でアルミニウム被処理物の高速陽極酸化処理が可能となる。

【0013】以下、図面に基づいて本発明の装置を詳細に説明する。図1は、本発明の陽極酸化処理装置の概略ブロック図であり、図2-1Aは管状ノズル吐出口を有する従来の固定噴射盤、図2-1Bはこの装置により陽極酸化処理された後のピストンヘッドのそれぞれ斜視図である。図2-2Aは、スリット吐出口を有する本発明による回転式噴射盤、図2-2Bは本発明の装置により陽極酸化処理した後のピストンヘッドのそれぞれ斜視図であり、図3は、本発明の電解槽および噴射ノズルの回転のメカニズムを示す概略縦断面図である。

【0014】図1に示すように、陽極5と陰極3とを直流電源Aに接続する電気供給回路には、自動電流制御装置B、電流帰還回路を介して接続された陰極電流検出装置Cが設けられ、該陰極電流検出装置Cで発生した信号が自動電流制御装置Bに入力される。自動電流制御装置Bからの電流は電流分配器で分割され、抵抗器10、検出装置11および回路遮断器12を通して陽極5へ供給される。関数発生器Dは、電解電流密度の予め設定された条件に応じて変化する信号を発生させ、この信号は制御回路を通して自動電流制御装置へ導かれ、陰極電流検出装置Cからの入力信号と関数発生器Dからの入力信号とが一致するように自動電流制御装置Bにより電力供給が調整される。

【0015】電解槽1は電解液2と陰極3を含み、陽極酸化処理用被処理物4は陽極5に接続され、マスクソケット6により支持されるように電解液2中に保持される。スリット吐出口7を有する噴射盤8は、電解槽1の底部に設置される。噴射盤の吐出口7は、例えば放射状に、またはスリット吐出口の数が4のときは図2-2Aに示されるように十文字状に配置された複数のスリット吐出口を有し、そこから電解液が被処理物の表面にジェット噴射のように噴射される。スリット吐出口の配置

は、図に示すように放射状配置に限定されないが、ジェット噴射の分配の均等性が保証される限り、他の配置でもよい。放射状に配置されたスリット吐出口の数は3〜6が望ましく、特に4が望ましい。

【0016】電解液2は、貯槽F、ポンプP、分配弁13、流量計、電解槽1および熱交換器（図示せず）を接続する回路を通して循環する。この電解液は噴射盤8を通して電解槽1へ導かれる。

【0017】上記装置で最も重要な特徴は、噴射盤8がローター9により垂直軸の回りを回転できることである。図2-1Aに示す固定噴射盤の実験では、噴射盤は複数の管状吐出口7aを有し、回転しないで静止しているため、電解液のジェット噴射は、ピストンヘッドの全表面に均一に噴射されず、ジェット噴射の強さはノズル吐出口に面する箇所が強い。図2-1Bに示すように、噴射が弱い部分では、処理皮膜は不均一となり、時として膨張、硬度の低下や皮膜の光沢減少の原因になる。これに対し、本発明における電解液は、図2-2Aに示すように、回転噴射盤の複数のスリット吐出口から噴射されるため、図2-2Bに斜線で示すように、被処理面全体に陽極酸化皮膜が均一に形成された。

【0018】前記のように噴射盤のスリット吐出口が円形かまたは突出管状である場合は、全表面に均一なジェット噴射ができないため、本発明の吐出口の場合、それぞれ細長いスリット状をしていることが重要である。細長いスリット吐出口を備えた回転噴射盤は、被処理表面から熱を十分除去するため、回転速度を上げればよいが、回転速度が高すぎると回転の中央部で噴射の強さが増し、遠心効果によりジェット噴射の渦が生ずるため、あまり高すぎはならない。この点で回転速度は0.5〜10回転/秒、好ましくは0.5〜5回転/秒にすべきである。ジェット噴射分配の均一性を確実にするため、図2-2Aに示すように、噴射盤8が十字形状に配置された4つのスリット吐出口7を備えているときは、0.5〜3回転/秒が望ましい。

【0019】図3は、図1に示すものとは多少異なる実施例で、電解槽1を含む本発明の陽極酸化処理装置の主要部の説明図である。この実施例では、図1の電解液循環回路の一部を形成する貯槽Fの代わりに蓋1Bを備えたジャケット槽1Aが設けられているが、電解液の流路を示す矢印から分かるように、装置の作動原理は同じである。ピストンヘッドのような被処理物とマスクソケット6との間隙は、陽極酸化処理される本体4の表面Hを

決めるリングパッキン16で液体漏れのないように厳重に封止されている。噴射装置の吐出口7は、4枚のタービン刃15を有するローター9により回転し、また液体の流れのエネルギーにより回転する。

【0020】図1から判るように、熱交換器とポンプPを通して貯槽Fから来る電解液が分配弁13により複数の部分流に分割されるため、図3に示される複数の陽極酸化処理装置は、制御された全く同一の電流供給システムに並列に接続され同時に操作される。一方、自動電流制御装置Bから供給される全電解電流は、電流分配制御装置Eにより等しく分割され、分割された電流は、検知装置11中の電流をモニターして各陽極5に供給される。陽極5のうちの一つへ流れる電流中に、検知装置により被処理物上のバーニングまたはその他のトラブルによる異常が検知されたときは、電流分配制御装置Eに接続された回路遮断器（ブレーカー）12により回路が開かれる。部分回路の“開”に対応して発生した信号は、特別な被処理体4に供給される電流について電流制限制御の効果を上げるように、電流分配制御装置Eから電流制御装置Bに入力される。

【0021】

【実施例】以下、本発明を一実施例を用いて説明する。12個の電解槽1は、図1による単一の直流電源Aに並列に接続される。18〜23%のシリコンを含有するアルミニウム合金AC8A製の自動車エンジン用のピストンブロック4は、電解槽1の各々のマスクソケット6に挿入され、12個のピストンブロック4のヘッド表面は同時に陽極酸化処理された。図2の2Aに示されるように、回転式噴射ノズルの噴射盤8には放射状に十文字配置の4つの細長いスリット吐出口7が設けられている。電解液の優れた攪拌効果及び処理中の表面の十分且均一な冷却を達成し、その結果、1〜10分間の陽極酸化処理により75〜100 $\mu$ mの厚さの陽極酸化処理表面皮膜が得られるように、電解陽極酸化処理は、毎秒1回転の速度で噴射ノズルの回転下で行われた。陽極処理表面は0.78dm<sup>2</sup>であった。陽極酸化処理表面皮膜の生成定数K及び式(1)〜(3)のバーニング定数Bは、それぞれ0.53及び450であった。以下の表1は、各実験における、A/dm<sup>2</sup>中の電流密度、安全係数、陽極処理時間T（秒）および定電流時間 $t_c$ のデータを示す。

【0022】

【表1】

陽極酸化処理 皮膜の厚さ $\mu\text{m}$	電流密度 $\text{A}/\text{dm}^2$	安全係数 S	処理時間 T (秒)	定電流時間 t (秒)
75 75	25 25	0.7 0.8	357 346	290 290
100 100	25 25	0.7 0.8	581 518	332 252
80 90 100	30 30 30	0.8 0.8 0.8	320 384 465	252 252 332

【0023】それに反し、図2-1Aに示すように、ピストンブロックの陽極酸化処理が電解液用静止噴射ノズルを使用して行われた場合、陽極酸化処理表面の光沢が均一でないことが知られ、また、電流密度がおよそ $10\text{ A}/\text{dm}^2$ に達するまでバーニングが確認されなかったにも係わらず、陽極酸化皮膜厚さが表1に示される数値に達するまでは顕著なバーニング現象は起きなかった。その結果、12個のピストンブロックの全てが表面の光沢不足のため、製品検査に合格することはできなかった。

#### 【0024】

【発明の効果】本発明では、高電流密度に伴うバーニング現象が防止でき、陽極酸化皮膜の厚膜形成時間が従来の $1/10$ に短縮でき、皮膜特性も顕著に改善される。したがって、①自動車産業、半導体装置産業へより安く、より品質の良い製品を供給できる、②省資源、環境問題に貢献する。とくに自動車用ピストンでは、熱亀裂防止のため、ピストン頂部のみ陽極酸化皮膜形成が要求されるため、頂部以外を1個づつマスキングしていたが、本発明の装置では専用のマスキングを差し込むだけで、これを反復利用できるのも、マスキング工数と使い捨てマスキング材の節約になる。③合理的設備ラインが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の陽極酸化処理装置の概略ブロック図である。

【図2】図2-1Aおよび図2-1Bは、管状ノズル吐出口を有する従来の静止噴射噴射盤および陽極酸化処理

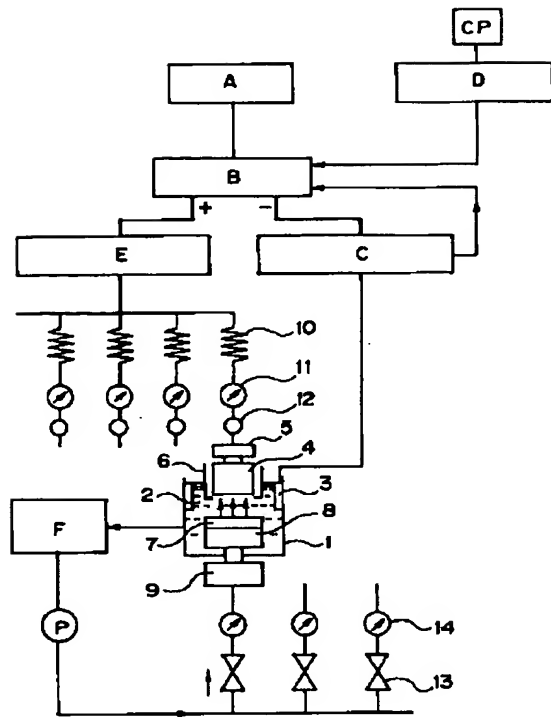
後のピストンヘッドのそれぞれ斜視図である。図2-2Aおよび図2-2Bは、スリット吐出口を有する本発明による回転式噴射盤および本発明装置により陽極酸化処理後のピストンヘッドのそれぞれ斜視図である。

【図3】本発明の電解槽および噴射ノズルの回転メカニズムを示す概略縦断面図である。

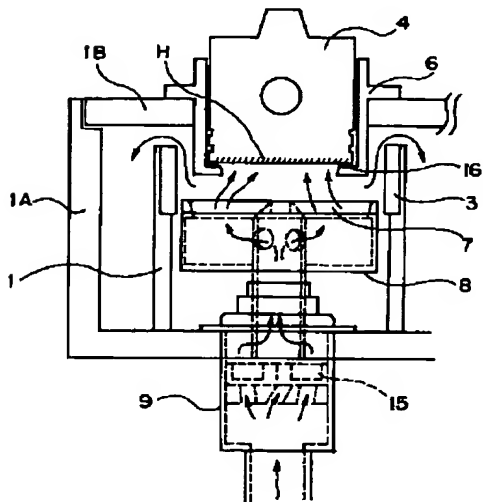
#### 【符号の説明】

- |             |          |
|-------------|----------|
| 1：電解槽       | A：電源     |
| 1B：蓋        | B：電流制御装置 |
| 1A：ジャケット    | C：電流検出装置 |
| 2：電解液器      | D：関数発生器  |
| 3：陰極制御装置    | E：電流分配器  |
| 4：被処理物      | F：貯槽     |
| 5：陽極        | P：ポンプ    |
| 6：マスクソケット   |          |
| 7：吐出口       |          |
| 8：噴射盤       |          |
| 9：ローター      |          |
| 10：抵抗器      |          |
| 11：検知装置     |          |
| 12：回路遮断器    |          |
| 13：分配弁      |          |
| 15：タービン刃    |          |
| 16：Oリングパッキン |          |

【図1】



【図3】



【図2】

